

**Barometric measurement system for non-uniformly movable installation positions**

Publication number: DE4410794 (C2)

Publication date: 1998-03-19

Inventor(s): STEGMANN DIETMAR ING GRAD [DE]; DIGEL HANS-JOACHIM [DE]

Applicant(s): ADS MESTECHNIK GMBH [DE]

Classification:

- international: G01L9/00; G01L19/00; G01P15/12; G01L9/00; G01L19/00; G01P15/12; (IPC1-7): G01L7/12; G01W1/00

- European: G01L9/00E2; G01L19/00D; G01P15/12

Application number: DE19944410794 19940328

Priority number(s): DE19944410794 19940328

## Also published as:

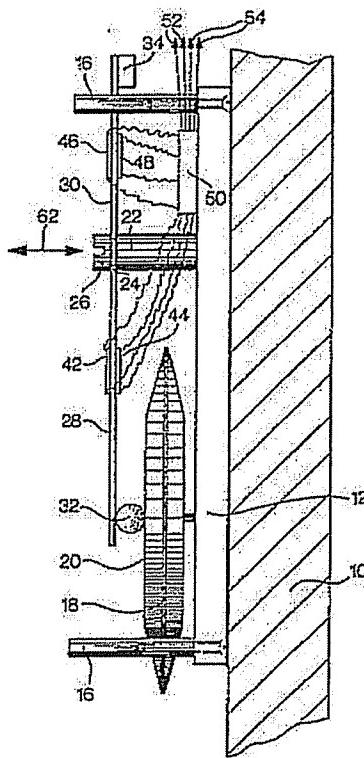
 DE4410794 (A1)

## Cited documents:

 DE3801893 (A1) DE2801658 (A1) DE7520053U (U)

## Abstract of DE 4410794 (A1)

The system contains an aneroid capsule (18) and a bent beam (28) which detects the positions of a movable membrane (20). An indicator having four elongation measuring strips (42-48) and a bridge circuit (50) is also provided and converts the membrane positions into air pressure indications. An acceleration sensor, e.g. a bent beam (30) with a seismic mass (34), responds to movement (62) of the installation position (22). The measuring strips (46,48) on the sensor interact with the indicator so that the air pressure indications are generated taking into account the magnitude of the accelerations exerted on the membrane parts with force transfer couplings to it and which influence the membrane position.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

# ⑯ Patentschrift

⑯ DE 44 10 794 C2

⑮ Int. Cl. 6:  
**G 01 L 7/12**  
G 01 W 1/00

DE 44 10 794 C2

- ⑯ Aktenzeichen: P 44 10 794.3-52  
⑯ Anmeldetag: 28. 3. 94  
⑯ Offenlegungstag: 5. 10. 95  
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 19. 3. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

ADS Meßtechnik GmbH, 72770 Reutlingen, DE

⑯ Vertreter:

H. Bartels und Kollegen, 70174 Stuttgart

⑯ Erfinder:

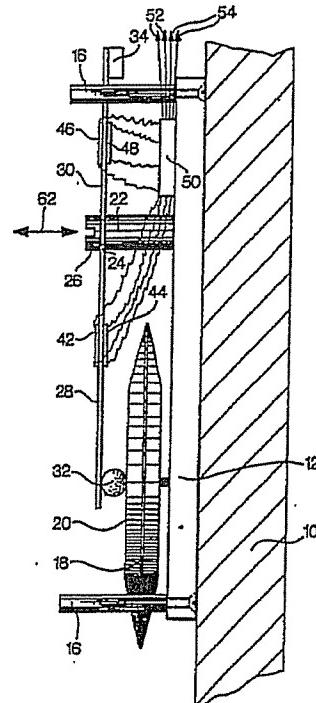
Stegmann, Dietmar, Ing.(grad.), 41189  
Mönchengladbach, DE; Digel, Hans-Joachim, 72770  
Reutlingen, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 38 01 893 A1  
DE 28 01 658 A1  
DE-GM 75 20 053

⑯ Barometrisches Meßsystem

⑯ Barometrisches Meßsystem, das für eine Verwendung an ungleichförmig bewegbaren Einsatzorten vorgesehen ist und eine Aneroiddose (18) und eine Stellung der beweglichen Membrane (20) derselben erkennende Meßwertsensoreinrichtung (28) sowie eine mit dieser zusammenwirkende, die Stellungen der Membrane in Luftdruckanzeigen umsetzende Anzeigeeinrichtung aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß eine auf Bewegungen des Einsatzortes ansprechende Beschleunigungssensoreinrichtung (30, 34) vorgesehen ist, die mit der Anzeigeeinrichtung derart zusammenwirkt, daß die Größe von Beschleunigungen, die an der Membrane (20) und an mit dieser kraftübertragend gekoppelten Teilen Massenkräfte erzeugen, die die Stellung der Membrane (20) beeinflussen, zur Kompensation der Luftdruckanzeigen benutzt wird.



DE 44 10 794 C2

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein barometrisches Meßsystem, das für eine Verwendung an ungleichförmig bewegbaren Einsatzorten vorgesehen ist und eine Aneroiddose und eine Stellungen der beweglichen Membrane derselben erkennende Meßwertsensoreinrichtung sowie eine mit dieser zusammenwirkende, die Stellungen der Membrane in Luftdruckanzeigen umsetzende Anzeigeeinrichtung aufweist.

Beim Betrieb barometrischer Meßsysteme an lageveränderlichen Einsatzorten ergeben sich Schwierigkeiten, die bei ortsfestem Betrieb nicht auftreten. Werden barometrische Meßsysteme beispielsweise an Bord von Fahrzeugen benutzt, beispielsweise auf Sportbooten, Yachten oder dergleichen, dann ergeben sich Anzeigefehler, weil Störeinflüsse aufgrund von Fahrzeugbewegungen, also etwa Schiffsbewegungen bei Seegang, auf das Meßsystem einwirken und zu fehlerhafter Luftdruckanzeige führen. Dies ist bei barometrischen Meßsystemen für nautische Zwecke besonders störend, weil es hier darauf ankommt, daß Luftdruckänderungen mit höchster Genauigkeit und Auflösung angezeigt werden, um Fehleinschätzungen der Wetterlage zu vermeiden und insbesondere Änderungen der Windverhältnisse rechtzeitig zu erkennen. Bei barometrischen Meßsystemen, die für hohe Auflösung und hohe Empfindlichkeit ausgelegt sind, wirken sich Bewegungseinflüsse jedoch besonders störend auf die Meßgenauigkeit aus.

Um dem Rechnung zu tragen, ist bei einem bekannten Meßsystem der eingangs genannten Art (siehe DE-GM 75 20 053.2) eine mit der Anzeigeeinrichtung mechanisch gekoppelte Dämpfungseinrichtung vorgesehen. Bei Verwendung des bekannten Meßsystems als Schiffsbarograph wird jedoch trotz der dort vorgesehnen Oldämpfung des Schreibarmes und selbst bei einer Lagerung des Gehäuses des Meßsystems auf Schwinggummi bei Schiffsbewegungen kein scharfer Kurvenzug geschrieben, das erhaltene Barogramm stellt sich vielmehr als verschmiertes Werteband dar, aus dem der genaue Verlauf des momentanen Druckgradienten nicht ausreichend genau ablesbar ist.

Der Erfundung liegt die Aufgabe zugrunde, hier abzuheften, indem ein barometrisches Meßsystem zur Verfügung gestellt wird, das auch bei einer Benutzung an ungleichförmig bewegbaren Einsatzorten eine Luftdruckanzeige äußerst hoher Genauigkeit liefert.

Diese Aufgabe ist erfundungsgemäß durch ein barometrisches Meßsystem mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

Danach besteht der Grundgedanke der Erfundung darin, die Anzeigeeinrichtung mit einer Beschleunigungssensoreinrichtung zu kombinieren, um die Größe von Beschleunigungen zu ermitteln, die die Luftdruckanzeige verfälschende Massenkräfte an der Membrane der Aneroiddose und mit dieser kraftübertragend gekoppelten Systemteilen hervorrufen. Bei Kenntnis der Größe gegebenenfalls auftretender Beschleunigungen läßt sich die Luftdruckanzeige nach Maßgabe der Größe der Beschleunigungswerte fehlerfrei darstellen. Dies kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Beispielsweise kann so vorgegangen werden, daß das Signal der Beschleunigungssensoreinrichtung zur Fehlerkompensation mit dem Meßwertsignal der Anzeigeeinrichtung kombiniert wird.

Dieser Lösungsweg ist besonders vorteilhaft, wenn die Meßwertsensoreinrichtung und die Beschleunigungssensoreinrichtung jeweils ein elektrisches Meß-

wertsignal bzw. Beschleunigungssignal erzeugen. In diesem Falle kann die Meßwertkorrektur besonders einfach mittels einer elektrischen Kompensationsschaltung erfolgen.

- 5 Aus der DE 28 01 658 A1 ist bereits ein kapazitiver Druckfühler zur Ermittlung von Druckdifferenzen zweier Strömungsmittel bekannt, bei dem schädliche Auswirkungen von Beschleunigungskräften auf das Meßergebnis durch konstruktive Maßnahmen gering gehalten werden sollen. Abgesehen davon, daß dieser Druckfühler kein barometrisches Meßsystem darstellt, findet bei dem bekannten Druckfühler keine Ermittlung der Größe von Beschleunigungen mit dem Ziele statt, diese Größe kompensatorisch bei der Meßwertbildung in Rechnung zu setzen.
- 10 Bei einem bekannten Meßgerät für die Feinmessung der Abmessungen von Prüflingen in Form von auf Werkzeugmaschinen befindlichen Werkstücken (vergleiche DE 38 01 893 A1) ist es bekannt, Störschwingungen, welche Fehlmessungen verursachen, in der Weise zu erfassen, daß mittels eines Beschleunigungssensors Beschleunigungen des Maschinenfundaments ermittelt werden. Ermittelte Größen von auftretenden Beschleunigungen werden jedoch hierbei ebenfalls nicht zur 15 Kompensation bei der Meßwertbildung benutzt, sondern in der Weise in Rechnung gesetzt, daß bei Überschreiten vorgegebener Beschleunigungswerte jeweils der Meßvorgang am Prüfling unterbrochen wird.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfundung erfolgt eine elektrische Signalerzeugung in der Weise, daß die Meßwertsensoreinrichtung einen durch Bewegungen der Membrane auslenkbaren ersten Biegebalken und die Beschleunigungssensoreinrichtung einen zweiten Biegebalken aufweisen, der mit einer seismischen Masse versehen und durch deren aufgrund von Beschleunigungen erzeugte Massenkräfte auslenkbar ist. An beiden Biegebalken sind zur Ermittlung ihrer Auslenkungen Dehnungsmeßstreifen angebracht, die Teile der Anzeigeeinrichtung bilden.

- 20
  - 25
  - 30
  - 35
  - 40
  - 45
  - 50
  - 55
- Vorzugsweise weist jeder Biegebalken je einen bei der Auslenkung gestreckten und gestauchten Dehnungsmeßstreifen auf, wobei die Dehnungsmeßstreifen beider Biegebalken als veränderliche Widerstandselemente in einer elektrischen Brückenschaltung der Anzeigeeinrichtung so geschaltet sind, daß bei durch Massenkräfte aufgrund von Beschleunigungen bewirkten Auslenkungen beider Biegebalken jeweils Widerstandsänderungen der Dehnungsmeßstreifen des einen Biegebalkens solche der Dehnungsmeßstreifen des anderen Biegebalkens zumindest näherungsweise kompensieren. Dadurch bleibt das Querstromverhalten der Brücke von beschleunigungsbedingten Auslenkungen der Biegebalken im wesentlichen unbeeinflußt, so daß lediglich bei Luftdruckänderungen von der Aneroiddose wirkende Auslenkungen des ihr zugeordneten Biegebalkens entsprechende Änderungen des Druckanzeigesignals hervorrufen, wodurch Freiheit von Beschleunigungsfehlern erreicht ist.

Nachstehend ist die Erfundung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels im einzelnen erläutert.

- 60
  - 65
- Es zeigen:
- Fig. 1 eine stark schematisch vereinfacht und vergrößert dargestellte Seitenansicht der Hauptteile des Meßsystems, dargestellt mit abgenommenem Gehäuse und an der Bordwand eines Wasserfahrzeugs angebracht;
- Fig. 2 eine Draufsicht des in Fig. 1 Gezeigten und
- Fig. 3 ein Barogramm, geschrieben an Bord eines

Wasserfahrzeuges ohne Kompensation beschleunigungsbedingter Fehler der Luftdruckanzeige.

Die Fig. 1 und 2 zeigen ein Ausführungsbeispiel des erfundungsgemäßen Meßsystems, das so ausgelegt ist, daß fortlaufend ein elektrisches Anzeigesignal für die Größe des Luftdruckes erzeugt wird. Dieses Anzeigesignal kann in Verbindung mit einer nicht dargestellten Datenverarbeitungsanlage, beispielsweise einer an Bord eines Wasserfahrzeuges befindlichen PC-Einrichtung, eine Bildschirmanzeige des Verlaufs der Luftdruckkurve und/oder deren Ausdruck in Form eines Barogramms liefern. Die Fig. 3 zeigt ein Barogramm 14, das an Bord eines Wasserfahrzeuges über einen Zeitraum von etwa 33 Stunden ohne Korrektur von Beschleunigungsfehlern aufgrund von Schiffsbewegungen geschrieben wurde. Wie ersichtlich ist, lassen sich aus dem so geschriebenen Barogramm Luftdruckschwankungen innerhalb eines beschleunigungsbedingten Fehlerbandes von nahezu 5 hPa nicht mit ausreichender Genauigkeit ablesen.

Fig. 1 zeigt das Meßsystem in seiner Anbringlage an der Bordwand 10 eines Wasserfahrzeuges. Das System weist eine metallische, rechteckige Grundplatte 12 auf, mit deren vier Eckbereichen je ein pfostenartiger Träger 16 verschraubt ist, die sich senkrecht zur Grundplatte 12 erstrecken und eine in den Figuren nicht dargestellte, das System bedeckende Deckelplatte tragen. In der Nähe des in der Zeichnung untenliegenden Endbereichs der Grundplatte 12 ist an dieser eine Aneroiddose 18 so angebracht, daß sich ihre durch Luftdruckänderungen bewegbare Membrane 20 senkrecht zur Ebene der Grundplatte 12 bewegt. Oberhalb der Aneroiddose (bezogen auf die Blickrichtung entsprechend der Figuren) erstreckt sich ein runder Tragsockel 22 senkrecht von der Grundplatte 12 weg. Am freien Ende des Tragsockels 22 ist ein Flachstab 24 aus einer Messinglegierung mittels einer Verschraubung 26 an dem Tragsockel 22 so festgespannt, daß der Flachstab 24 mit seinem einen auskragenden Arm einen ersten Biegebalken 28 und mit dem gegenüberliegenden, auskragenden Arm einen zweiten Biegebalken 30 bildet.

Der erste Biegebalken 28 liegt im Bereich seines freien Endes auf einem Tastköpfchen 32 auf, das sich seinerseits auf der beweglichen Membrane 20 der Aneroiddose 18 abstützt, wo sie durch die vorspannende Elastizitätskraft des ersten Biegebalkens 28 kraftschlüssig anliegt. Die Aneroiddose 18 ihrerseits wirkt als Gegenfeder des Tastköpfchen 32 zwischen sich einspannenden Federsystems.

Der sich auf der gegenüberliegenden Seite des Tragsockels 22 erstreckende zweite Biegebalken 30 trägt an seinem freien Endbereich einen eine seismische Masse bildenden Gewichtskörper 34. Etwa mittig zwischen dem Gewichtskörper 34 und der Einspannstelle des zweiten Biegebalkens 30 ist dieser an seinen beiden Breitseiten mit je einem Dehnungsmeßstreifen 46 und 48 versehen, die jeder über jeweils zwei dünne flexible Leiterdrähte mit einer elektrischen Anschlußeinrichtung 50 verbunden sind. In entsprechender Weise ist der erste Biegebalken 28 im etwa mittigen Bereich zwischen der Einspannstelle am Tragsockel 22 und seinem an dem Tastköpfchen 32 anliegenden Endbereich mit je einem Dehnungsmeßstreifen 42 und 44 an beiden Breitseiten versehen. Die Dehnungsmeßstreifen 42 und 44 sind ebenfalls über dünne, flexible Leiterdrähte mit der Anschlußeinrichtung 50 verbunden.

In der Anschlußeinrichtung 50 sind die Dehnungsmeßstreifen 42, 44, 46 und 48 so miteinander verschaltet,

dab eine elektrische Wheatstone-Brückenschaltung gebildet wird, an der über Leitungen 52 eine hochstabile Speisespannung anlegbar ist. Die den Querstrom der Brücke erzeugende Brückenspannung, aus der das Luftdruckanzeigesignal abgeleitet wird, ist über Leitungen 54 abgreifbar.

Im Betrieb führen durch Luftdruckänderungen bewirkte Bewegungen der Membrane 20 der Aneroiddose 18 aufgrund der mechanischen Koppelung über das Tastköpfchen 32 zu Auslenkbewegungen des ersten Biegebalkens 28, wobei dieser in dem Bereich zwischen dem Tastköpfchen 32 und der Einspannstelle am Tragsockel 22 gebogen wird. In dem Bereich dieser Biegezone befinden sich die Dehnungsmeßstreifen 42 und 44, von denen bei der Biegung des Balkens 28 der eine gestaucht und der andere gestreckt wird, so daß sich der elektrische Widerstand des einen Dehnungsmeßstreifens verringert und derjenige des anderen Dehnungsmeßstreifens erhöht. Wenn die Luftdruckänderung und damit die Biegung des Biegebalkens 28 stattfindet, während das System in Ruhe ist oder lediglich gleichförmig, d. h. beschleunigungsfrei, bewegt wird, erfolgt die durch Luftdruckänderung bewirkte Biegung des ersten Biegebalkens 28, ohne daß gleichzeitig eine Biegebewegung des zweiten Biegebalkens 30 stattfindet. Damit ändert sich der elektrische Zustand der Brückenschaltung lediglich nach Maßgabe der Widerstandsänderungen der Dehnungsmeßstreifen 42 und 44, weil keine Widerstandsänderung der am zweiten Biegebalken 30 befindlichen Dehnungsmeßstreifen 46 und 48 gegeben ist, so daß die Änderung der Brückenspannung lediglich eine Funktion der Widerstandsänderungen der Dehnungsmeßstreifen 42 und 44 am ersten Biegebalken 28 ist und diese Widerstandsänderungen alleine für die entsprechende Änderung der Druckanzeige maßgeblich sind.

Wenn das System jedoch, beispielsweise infolge Seegangs des Wasserfahrzeuges, an dessen Bordwand 10 das Meßsystem befestigt ist, beschleunigte Bewegungen durchführt, beispielsweise wenn das Wasserfahrzeug krängt, so daß sich das System in Richtung des Doppelpfeiles 62 von Fig. 1 hin- und herbewegt, dann werden, wenn das System in Richtung des Doppelpfeiles 62 beschleunigt wird, an dem aus dem ersten Biegebalken 28, dem Tastköpfchen 32 und der beweglichen Membrane 20 der Aneroiddose 18 bestehenden beweglichen System Massenkräfte erzeugt, weil dieses System massebehaftet ist. Diese beschleunigungsbedingten Massenkräfte führen zu Auslenkungen des ersten Biegebalkens 28, die nicht durch Änderungen des Luftdrucks bedingt sind, also "Fehlauslenkungen" darstellen.

Bei dem erfundungsgemäßen Meßsystem stellt das aus dem zweiten Biegebalken 30 mit daran befindlichem Gewichtskörper 34 gebildete zweite bewegliche System ein massebehaftetes System dar, das, wie auch das System des ersten Biegebalkens 28, beschleunigungsbedingten Auslenkungen unterworfen ist. Die Masse des Gewichtskörpers 34 ist im Hinblick auf die Länge und die Biegeeigenschaften des zweiten Biegebalkens 30 so gewählt, daß dieses zweite bewegliche System des Biegebalkens 30 die Trägheitseigenschaften des anderen beweglichen Systems des ersten Biegebalkens 28 sozusagen simuliert. Mit anderen Worten gesagt, führen Beschleunigungen in Richtung des Doppelpfeils 62 nicht nur zu beschleunigungsbedingten Auslenkungen am ersten Biegebalken 28, sondern in entsprechender Weise auch zu Auslenkungen des zweiten Biegebalkens 30. Dieser ist, wie erwähnt, in seiner Biegezone mit den Dehnungsmeßstreifen 46 und 48 versehen, die über die

Anschlußeinrichtung 50 zusammen mit den anderen Dehnungsmeßstreifen 42 und 44 so in die Brückenschaltung einbezogen sind, daß deren Zustand unverändert bleibt, wenn beide Biegebalken 28 und 30 lediglich beschleunigungsbedingte Auslenkungen erfahren.

Treten Luftdruckschwankungen und Beschleunigungen im Betrieb gleichzeitig auf, wobei der erste Biegebalken 28 Auslenkbewegungen durchführt, bei denen sich durch Druckänderungen bedingte Bewegungskomponenten und beschleunigungsbedingte Bewegungskomponenten überlagern, dann kommen lediglich die luftdruckbedingten Auslenkungen signalerzeugend zur Wirkung, so daß die Luftdruckanzeige nicht durch einen Beschleunigungsfehler verfälscht ist. Dadurch liefert das erfundungsgemäße Meßsystem bei vergleichsweise hoher Auflösung einen scharfen Meßwert, selbst unter rauen Einsatzbedingungen, d. h. selbst bei abrupten Bewegungen des Einsatzortes, wie sie an Bord von Wasserfahrzeugen vielfach aufgrund des Seeganges gegeben sind. Bei einem Einsatz als Barograph wird die Luftdruckkurve somit als schmaler, scharfer Kurvenzug geschrieben, der es erlaubt, zeitliche Druckänderungen bei hoher Auflösung einwandfrei zu erkennen.

Vorzugsweise sind die mit den beweglichen Systemen am ersten Biegebalken 28 und am zweiten Biegebalken 30 verbundenen Komponenten des Systems aus Werkstoffen gefertigt, die keinen relevanten Dimensionsänderungen aufgrund von Temperaturschwankungen unterworfen sind, so daß ein möglicher Temperaturfehler des Meßsystems vermieden ist. Zu diesem Zwecke sind vorzugsweise der Tragsockel 22 aus einem Invar-Werkstoff und die Aneroiddose 18 aus einer Kupfer-Beryllium-Legierung gefertigt.

#### Patentansprüche

35

1. Barometrisches Meßsystem, das für eine Verwendung an ungleichförmig bewegbaren Einsatzorten vorgesehen ist und eine Aneroiddose (18) und eine Stellungen der beweglichen Membrane (20) derselben erkennende Meßwertsensoreinrichtung (28) sowie eine mit dieser zusammenwirkende, die Stellungen der Membrane in Luftdruckanzeigen umsetzende Anzeigeeinrichtung aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß eine auf Bewegungen des Einsatzortes ansprechende Beschleunigungssensoreinrichtung (30, 34) vorgesehen ist, die mit der Anzeigeeinrichtung derart zusammenwirkt, daß die Größe von Beschleunigungen, die an der Membrane (20) und an mit dieser kraftübertragend gekoppelten Teilen Massenkräfte erzeugen, die die Stellung der Membrane (20) beeinflussen, zur Kompen- 40 sation der Luftdruckanzeigen benutzt wird.

2. Meßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwertsensoreinrichtung einen durch Bewegungen der Membrane (20) auslenkbaren ersten Biegebalken (28) und die Beschleunigungssensoreinrichtung einen zweiten Biegebalken (30) aufweisen, der mit einer seismischen Masse (34) versehen und durch deren aufgrund von Beschleunigungen erzeugten Massenkräfte auslenkbar ist, und daß an beiden Biegebalken (28 und 30) zur Ermittlung ihrer Auslenkungen Dehnungsmeßstreifen (42, 44, 46, 48) angebracht sind, die Teile der Anzeigeeinrichtung bilden.

3. Meßsystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Biegebalken (28, 30) je einen bei Auslenkung gestreckten und gestauchten Deh-

nungsmeßstreifen (42, 44, 46, 48) aufweist und daß die Dehnungsmeßstreifen beider Biegebalken (28, 30) als veränderliche Widerstandselemente in einer elektrischen Brückenschaltung (50) der Anzeigeeinrichtung so geschaltet sind, daß bei durch Massenkräfte aufgrund von Beschleunigungen bewirkten Auslenkungen beider Biegebalken (28 und 30) jeweils Widerstandsänderungen der Dehnungsmeßstreifen des einen Biegebalkens solche der Dehnungsmeßstreifen des anderen Biegebalkens zumindest näherungsweise kompensieren.

4. Meßsystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein einstückiger, gerader Stab, der an einer zwischen seinen Enden gelegenen Einspannstelle (22, 26) festgelegt ist, mit seinen beiden an die Einspannstelle angrenzenden Armen den ersten (28) und den zweiten (30) Biegebalken bildet.

5. Meßsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als die Biegebalken (28 und 30) bildender Stab ein metallischer Flachstab (24) aus einer gegen Veränderungen durch Temperatureinflüsse unempfindlichen Messing- oder Kupfer-Beryllium-Legierung vorgesehen ist.

6. Meßsystem nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die seismische Masse (34) am Ende des zweiten Biegebalkens (30) befestigt und hinsichtlich der Größe ihrer Masse an einen solchen zweiten Biegebalken (30) angepaßt ist, dessen Länge kleiner gewählt ist als die Länge des ersten Biegebalkens (28).

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

**- Leerseite -**

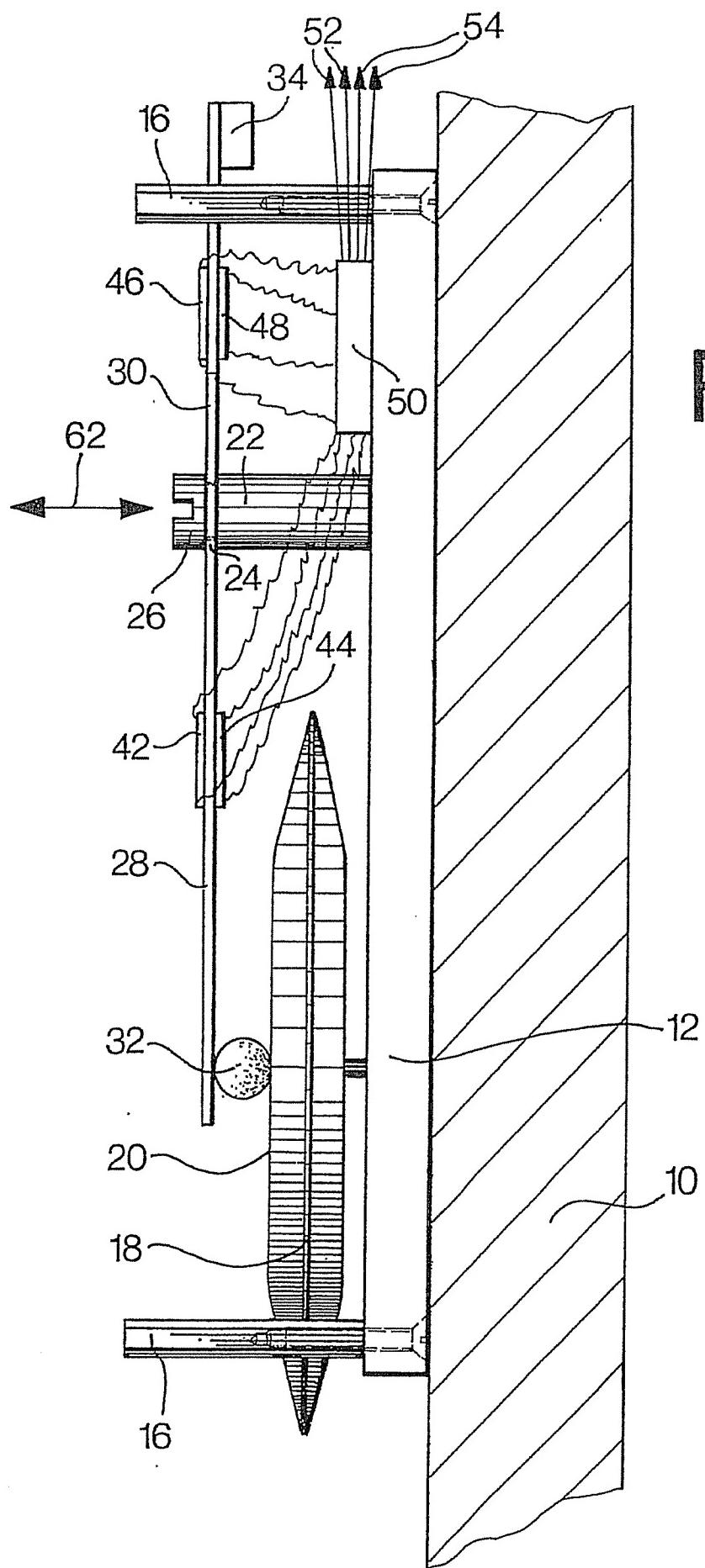


Fig.1

Fig.2

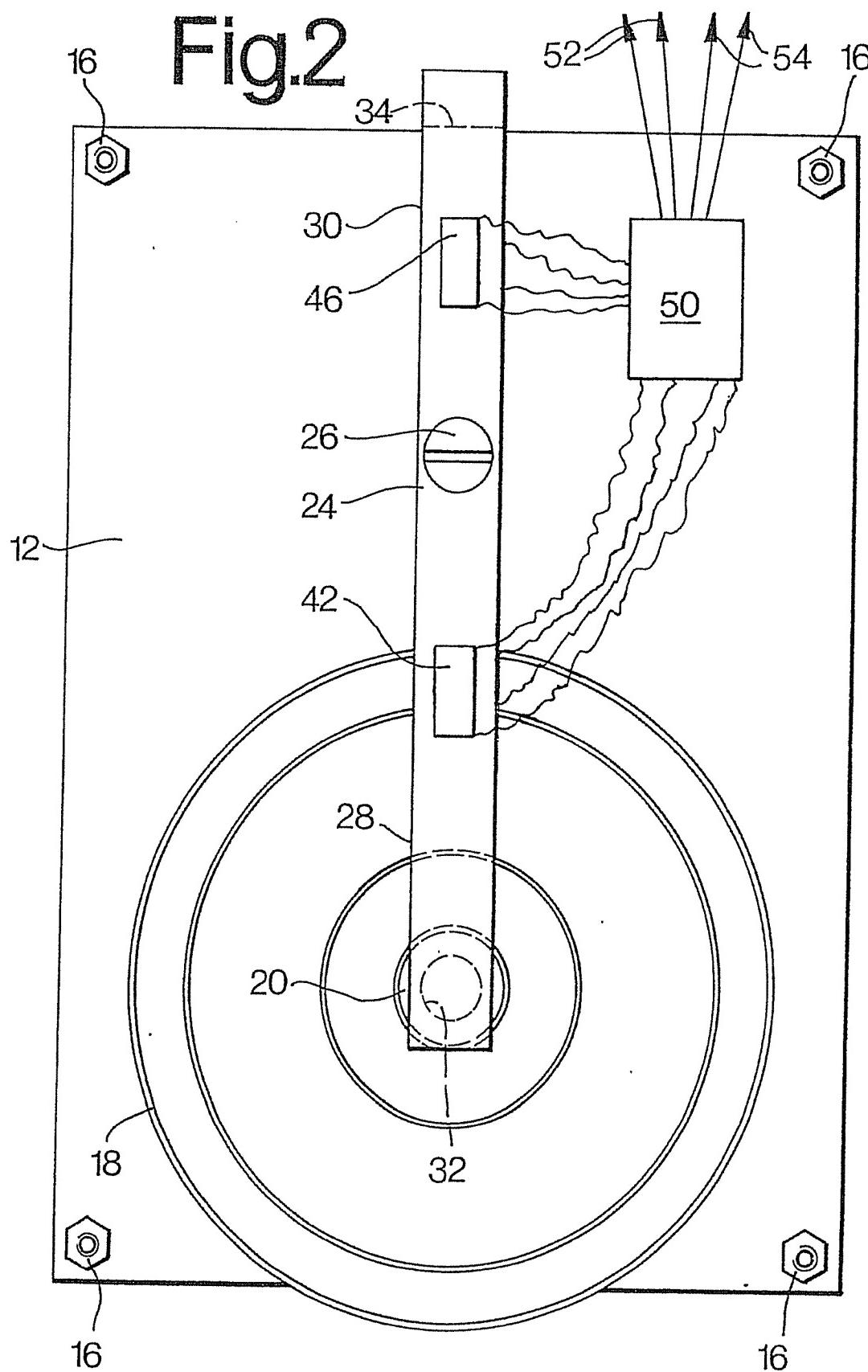


Fig.3

